

Hållbar teknisk utveckling inom bioteknik

Dokumentet beskriver integrering och progression av hållbarhet inom civilingenjörsprogrammet inom bioteknik. Integrering av hållbarhet har varit fokuserad på åk 1-3 för att säkerställa att studenterna har nödvändiga kunskaper inom hållbarhet och bioteknikens roll i utvecklingen av ett hållbart samhälle genom obligatoriska kurser. Efter avslutad kandidatexamen väljer studenterna mellan 4 olika master program: (1) Industriell och miljöinriktad bioteknologi, (2) Makromolekylära material, (3) Medicinsk bioteknologi, eller (4) Molekylär vetenskap och teknik. Två av master programmen Industriell och miljöinriktad bioteknologi och Medicinsk bioteknologi genomgår en revision och vidareutveckling som kommer att möjliggöra bättre integrering av bland annat hållbarhet i de enskilda kurserna (Tabel 1).

Virtuell kurs-PM för integrering av hållbarhet CBIOT åk 1-3

Beskrivning

Genom att använda kunskaper om hur naturen fungerar utvecklas nya tekniker, processer och tjänster inom bioteknik området som är mer effektiva och miljövänliga. Syftet med kursen är att ge kunskap om hur bioteknik kan påverka miljön och människan samt på vilket sätt hållbara tekniker kan utvecklas. Kursen belyser ekologiska, sociala och ekonomiska aspekter inom utveckling av en hållbar bioteknik.

Lärandemål

1. Beskriv och exemplifiera begreppet hållbar utveckling
2. Jämför olika definitioner på hållbarhet och förhållningsätt
3. Beskriv bioteknologins roll i utveckling av ett hållbart samhälle.
4. Utföra experiment, hantera kemikalier och kemikalieavfall på ett miljösäkert sätt
5. Jämför befintliga biotekniska tekniker ur hållbarhetssynpunkt med avseende på resurser, miljöpåverkan och påverkan på människan
6. Analysera biotekniska lösningar/produkter ur ett hållbart ekologiskt, socialt, ekonomiskt och etisk perspektiv
7. Designa lösningar på biotekniska frågeställningar och analysera de ur hållbarhets synpunkt
8. Värdera olika teknikers påverkan på miljö, människan och samhället ur en regional, nationell och global perspektiv.
9. Designa lösningar på biotekniska frågeställningar genom att systematisk och kontinuerligt evaluera processers hållbarhet med avseende på miljön, människan och samhället ur en regional, nationell och global perspektiv.

Kursupplägg

Kursen "Hållbar teknisk utveckling inom bioteknik" är ett program övergripande virtuellkurs på 6 hp där kursmoment och examination ingår i flera olika kurser inom programmet. Kursernas lärande mål, kurs innehåll och examinationsformer finns i Appendix 1.

Examination

Lärandemål examineras inom respektive kurser där specifika kursmål ingår.

Progression

Olika undervisningsmoment integreras i olika kurser enligt en matris (tabell 1). Kursmål 1-3 innefattar grundläggande kunskaper, kursmål 4-6 ger övning av färdigheter i enkla sammanhang medan kursmål 7 och 8 ger studenterna möjlighet att använda färdigheter i komplexa sammanhang.

Tabell. 1 Målmatrix för kursen ”Hållbar teknisk utveckling inom bioteknik”.

	Kurs	hp	Lärande mål	Omfattning hållbarhet		Period			
				Teoretiska moment	Praktiska moment	1	2	3	4
Åk 1	Ingenjören i fokus del 1	1,5	1*, 2*	1					
	Biokemi 1	7,5	3		0,5				
	Inledande kemi	6	4		0,5				
	Eukaryot Cellbiologi	7,5							
	Envariabelanalys	7,5							
	Mikrobiologi	9	1, 2, 3*	1					
	Organisk kemi, grundläggande koncept och praktik	6	3, 4, 5*, 6	0,5	0,5				
	Genteknik	7,5	3, 5*	1					
	Inledande kemiteknik	7,5							
Åk 2	Rening av biomolekyler	6							
	Algebra och geometri	7,5							
	Analys av biomolekyler	6	5		0,5				
	Grundläggande fysik I	9	6*	1					
	Kemisk jämviktslära	6	4, 5	0,5	0,5				
	Grundläggande numeriska metoder och programmering	7,5							
	Projekt i bioteknik	3	5*, 6*	2					
	Biokemi 2	6							
	Valfri kurs, Organisk kemi	6	6, 7	1	0,5				
	Ingenjören i fokus del 2 och 3	1,5	6*	1					
Åk 3	Fysikalisk biokemi	7,5							
	Grundläggande modellering inom bioteknik	6							
	Odlingsteknologi	7,5							
	Statistik för bioteknik	6							
	Projekt i bioteknik	3							
	Molekylär struktur	6	8, 9*	0,5					
	Valfri kurs	7,5							
	Examensarbete inom bioteknik, grundnivå	15	7*, 8*, 9*	1	1				
	Ingenjören i fokus del 4	1,5							
Åk 4	Genetik och genomik	10							
	Industriell ekonomi	6							
	Bioinformatik och biostatistik	7							
	Struktur biologi	7,5							
	Vetenskaplig teori och vetenskaplig metodik	7,5							
	Valfri kurs	22							
Åk 5	Proteomik	6							
	Läkemedelsutveckling	6							

Molekylär biomedicin	7,5								
Valfri kurs	10,5								
Examensarbete inom bioteknik, avancerad nivå	30	7*, 8*, 9*	2	2					

* Kurser med ansvar för att progression och kursmålen uppfylls.

Kursinnehåll med avseende på hållbar bioteknik

Åk 1 – BB11709, Kursen Ingenjören i fokus del 1

<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/BB1170>

Programmål som inkluderas i kursen

1. Beskriv och exemplifiera begreppet hållbar utveckling
2. Jämför olika definitioner på hållbarhet och förhållningsätt
3. Beskriv bioteknologins roll i utveckling av ett hållbart samhälle.

Kursmål

1. Visa grundläggande kunskaper om hållbarhet och bioteknikens roll i utvecklingen av ett hållbart samhälle.
2. Visa en grundläggande förmåga att reflektera och diskutera biotekniska produkter och tjänsters påverkan på människan och miljön.

Innehåll

Kursen syftar på att introducera grundläggande begrepp inom hållbarutveckling, befintliga definitioner, lagar och förordningar. Den består av föreläsningar och övningar (Dilemma). Studenterna skriver en utredande rapport om biotekniska produkter eller tjänster och deras påverkan på människan och miljön.

Progression

Grundläggande begrepp.

Examination

Obligatorisk närvaro och aktivt deltagande vid föreläsningar och seminarier, samt inlämningsuppgift i form av utredande rapport om bioteknikens roll i utvecklingen av ett hållbart samhälle (Appendix 2).

Åk1 – BB1150, Biokemi

<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/BB1150>

Programmål som inkluderas i kursen

3. Beskriv och exemplifiera begreppet hållbar utveckling

Kursmål

Efter godkänd kurs uppnå följande mål:

1. Enzymers roll och bidrag i utvecklingen av ett hållbart samhälle (kunskapsmål)
2. Utföra enkla laborationsmoment där hänsyn tas till miljö, människa och samhälle (tillämpade färdigheter och förmågor)

3. Via riskanalys värdera laborationens ingående kemikaliers miljöpåverkan samt hur dessa skall hanteras på laboratoriet (värderingsförmåga och förhållningssätt inom ämnet).

Innehåll

Kursen har som mål att ge grundläggande kunskaper inom biokemi med avseende på biomolekyler, metabolism och biologiska processer som ligger till grunden för levande organismer och deras energi behov. Inom kursen ingår även teoretiska moment som berör enzymer och biokatalysatorernas roll i utvecklingen av ett hållbart samhälle. Laborationsmomenten inom kursen belyser på vilket sätt bioteknisk och biokemisk arbete bedrivs på ett hållbart sätt. Risker med användningen av kemikalier studeras för att utveckla studenternas förhållningssätt till kemikalier och öka medvetenheten för de risker som laborativt arbete innebär för individen, samhället och miljön. Kunskaper om arbetsmiljön och kemikaliehantering och avfall ingår också.

Progression

Grundläggande begrepp.

Examination

Genomförande av laboration samt labrapport.

Åk1 – KD1020, Inledande kemi

<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/KD1020>

Programmål som inkluderas i kursen

4. Utföra experiment, hantera kemikalier och kemikalieavfall på ett miljösäkert sätt

Kursmål

1. utföra enklare kemiskt laboratorie-arbete med hänsyn till arbetsmiljö och säkerhetsföreskrifter.

Innehåll

Kursen omfattar teoretiska moment om labsäkerhet och brandsäkerhet samt praktisk arbete i kemisk lab. Studenterna kan delta i laborativt arbete endast om de får godkänt på en säkerhetsskrivning om labsäkerhet och brandskydd (Appendix 3).

Progression

Grundläggande begrepp.

Känna igen enkla sammanhang.

Examination

Genomförande av laboration samt labrapport.

Åk1 – BB1030, Mikrobiologi

<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/BB1030>

Programmål som inkluderas i kursen

4. Utföra experiment, hantera kemikalier och kemikalieavfall på ett miljösäkert sätt
5. Jämför befintliga biotekniska tekniker ur hållbarhetssynpunkt med avseende på resurser, miljöpåverkan och påverkan på människan

6. Analysera biotekniska lösningar/produkter ur ett hållbart ekologiskt, socialt, ekonomiskt och etisk perspektiv

Kursmål

1. Redogöra för våra vanliga mikroorganismer med avseende på
 - a. uppbyggnad och tillväxt
 - b. förekomst i naturen
 - c. tekniker för identifiering
 - d. grundläggande systematik
 - e. samverkan och skadeverkan gentemot andra levande organismer
2. Välja och tillämpa metoder för kontroll av mikroorganismers tillväxt.
3. Diskutera nytta och konsekvenser av mikroorganismer i miljö och samhälle.
4. Förklara hur man använder mikroorganismer som redskap och producenter inom miljö, vetenskap och industri
5. Planera och genomföra en komplex laboration, samt analysera dina resultat och redogöra och argumentera för dina slutsatser

Innehåll

Studenterna får teoretiska kunskaper om mikroorganismers betydelse för olika ekosystem, och samspel och skadeverkan mot andra organismer, däribland människan. De relaterar mikroorganismernas processer till viktiga samhällsfunktioner och aktuella händelser i nyhetsflödet. Studenterna kommer ingående studera mikrobiella processer som är grunden i olika ekosystem däribland kolets, kvävet, fosfors och kretslopp. Studenterna förklarar eutrofiering och algbloomning i hav och sjöar och vad som händer när ekosystemen kommer i obalans, såsom korallblekningen i världshaven. I avsnittet om miljömikrobiologi behandlas bioremediering, bioaugmentering, kompostering, rötning och avloppsreningsprocesser. Studenterna blir väl insatta i smittskyddsfrågor och infektionssjukdomarnas konsekvenser för samhället, samt världens akuta problematik gällande antibiotikaresistenta bakterier, inklusive kopplingen till annan biocidresistens. De utför också ett fördjupningsarbete om mikroorganismernas roll för hållbart framställt kött..

Progression

2. Öva färdigheter och känna igen sammanhang.
3. Analysera komplexa sammanhang

Examination

Skriftlig tentamen och laborationsrapport. Studenterna redovisar ett fördjupningsarbete om mikroorganismernas roll för hållbart framställt kött. Redovisningen består av att studenterna får representera olika samhällsaktörer och debattera om hållbarhetsfrågor som berör produktion av foder, produktion av kött och konsumtion av olika köttprodukter. Debatten ska belysa kopplingen mellan mikrobiella processer och jordbruk, t.ex. foderproduktion, antibiotikaanvändning, idissling som resulterar i växthusgasutsläpp, och konsekvenser för miljö och samhälle. De lämnar även in en skriftlig rapport efter debatten.

Åk1 – KD1230, Organisk kemi grundläggande koncept och praktik

<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/KD1230>

Programmål som inkluderas i kursen

3. Beskriv bioteknologins roll i utveckling av ett hållbart samhälle.
4. Utföra experiment, hantera kemikalier och kemikalieavfall på ett miljösäkert sätt
5. Jämför befintliga biotekniska tekniker ur hållbarhetssynpunkt med avseende på resurser, miljöpåverkan och påverkan på människan
6. Analysera biotekniska lösningar/produkter ur ett hållbart ekologiskt, socialt, ekonomiskt och etiskt perspektiv

Kursmål

1. Beskriva begreppet Grön Kemi och dess applicering i organisk kemi och hur detta kan verka för hållbar utveckling.
2. Utföra en risk- och säkerhetsanalys av en organisk-kemisk reaktionsprocess samt kunna och förstå de säkerhetsföreskrifter som krävs vid laborativt arbete.

Innehåll

Kursens har som mål att ge teoretisk (föreläsning om Grön Kemins 12 principerna) och praktiskt kunskap och insikt om Grön kemi. Föreläsningar berör utveckling av energi- och materialeffektiva kemiska processer med hjälp av Grön kemi samt på vilket sätt miljöpåverkan kan begränsas när det gäller kemiska processer.

Progression

Grundläggande begrepp.

Examination

Tentamen och labrapport.

Åk 1 – BB1190, Genteknik

<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/BB1190>

Programmål som inkluderas i kursen

3. Beskriv bioteknologins roll i utveckling av ett hållbart samhälle.
5. Jämför befintliga biotekniska tekniker ur hållbarhetssynpunkt med avseende på resurser, miljöpåverkan och påverkan på människan.

Kursmål

1. Redogöra för principerna bakom genteknikbaserade terapeutiska strategier, exempelvis moderna vacciner och genterapi samt ge prov på deras för- och nackdelar och eventuella begränsningar jämfört med traditionella behandlingsmetoder.

Innehåll

Kursens har som mål att ge insikt i de principer och metoder på vilka modern bioteknik vilar samt förståelse för deras inneboende möjligheter och begränsningar att lösa framtidens problemställningar.

Progression

Öva färdigheter och känna igen sammanhang.

Examination

Tentamen.

Åk 2 – BB1200, Analys av biomolekyler<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/BB1200>**Programmål som inkluderas i kursen**

5. Jämför befintliga biotekniska tekniker ur hållbarhetssynpunkt med avseende på resurser, miljöpåverkan och påverkan på människan

Kursmål

1. Kritiskt diskutera möjligheter och begränsningar med de tekniker som behandlas i kursen

Innehåll

Kursens har som mål att ge insikt i traditionella (t.ex. radiokemiska) och moderna biotekniska metoder ur ett hållbarhetsperspektiv. Kursen belyser hantering av biologisk och kemisk avfall på lab.

Progression

Grundläggande begrepp.

Examination

Labrapport.

Åk 2 – SK1150 Grundläggande fysik I<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/SK1150>**Programmål som inkluderas i kursen**

6. Analysera biotekniska lösningar/produkter ur ett hållbart ekologiskt, socialt, ekonomiskt och etisk perspektiv

Kursmål

1. Använda och förstå begränsningarna i fysikaliska mätmetoder och instrument, och ha insikt om dess roll i samhället och tillämpa tekniken med samhällsansvar.

Innehåll

Kursen syftar till att ge kunskap och förståelse fysikaliska principer inom mekanik, elektromagnetism, vågrörelse och deras tillämpningar inom bioteknik. Moderna fysikaliska metoder och deras tillämpningar inom bioteknikområdet belyses.

Progression

Öva färdigheter och känna igen sammanhang.

Examination

Inlämningsuppgift, tentamen samt laboration.

Åk 2 – BB1220, Projekt inom bioteknik<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/BB1220>**Programmål som inkluderas i kursen**

7. Analysera biotekniska lösningar/produkter ur ett hållbart ekologiskt, socialt, ekonomiskt och etisk perspektiv

Kursmål

2. God förmåga att integrera olika discipliner och beakta hållbar utveckling samt samhällets behov vid informationssökning och lösning av problemet

Innehåll

Kursens har som mål att utveckla studenternas förmåga att utveckla hållbara biotekniska processer. Studenterna arbetar i grupp med projekt, föreslagna av bioteknik företag (föreslagna projekt se Appendix 4). Projekten syftar på att analysera företagets miljöarbete och förbättra en process eller produkt med avseende på hållbarhet. Jämför biotekniska processer och tekniker ur hållbarhetssynpunkt med avseende på resurser, energiåtgång, avfall, deras miljöpåverkan och påverkan på människan.

Progression

Öva färdigheter och känna igen sammanhang.

Examination

Slutrapport innehållande utvecklad bioteknisk process eller produkt hos företaget.

Åk 2 – KD1510, Kemisk jämviktslära

<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/KD1510>

Programmål som inkluderas i kursen

4. Utföra experiment, hantera kemikalier och kemikalieavfall på ett miljösäkert sätt
5. Jämför befintliga biotekniska tekniker ur hållbarhetssynpunkt med avseende på resurser, miljöpåverkan och påverkan på människan

Kursmål

1. Utifrån jämviktslärans principer förklara flöden av kemiska ämnen i naturen och i biokemiska system och resonera kring konsekvenser av störningar av systemens jämvikter
2. Känna till rutiner och åtgärder för en säker hantering av kemikalier.

Innehåll

Kursen erbjuder teoretiska kunskaper om hur naturliga och biokemiska system fungerar vid jämvikt och hur yttre störningar förändrar jämvikten. Studenterna analytiska förmåga tränas genom reflektion om faktorer som påverkar system i jämvikt och konsekvenserna för det. Kursens har även som mål att ge insikt i hur säkert kemikalier används i laborativt arbete på ett säkert sätt, samt kemikaliernas flöde i naturen till sönderfall.

Progression

Grundläggande begrepp samt öva färdigheter och känna igen sammanhang.

Examination

Tentamen och labrapport.

Åk 2 – BB11709, Kursen Ingenjören i fokus 1 del 3<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/BB1170>***Programmål som inkluderas i kursen***

6. Analysera biotekniska lösningar/produkter ur ett hållbart ekologiskt, socialt, ekonomiskt och etisk perspektiv

Kursmål

1. Visa ett professionellt och balanserat etiskt resonemang i frågor som rör bioteknik. Du ska även visa att du kan redogöra för allmänt etiska begrepp och värderingssätt som är relevanta i din ingenjörssroll.

Innehåll

Grundläggande etiska koncept och etikens roll inom teknik och bioteknik. För att exemplifiera vikten av etiska värderingar och diskussioner i bioteknik används två fördjupningsområden, syntetisk biologi samt försök med djur.

Progression

Grundläggande begrepp.

Examination

Obligatorisk närvaro och aktivt deltagande vid föreläsningar och seminarier, samt hemuppgifter.

Åk 2 – KD1270 Organisk kemi, grundläggande koncept och praktik 2<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/KD1270>***Programmål som inkluderas i kursen***

6. Utföra experiment, hantera kemikalier och kemikalieavfall på ett miljösäkert sätt
7. Jämför befintliga biotekniska tekniker ur hållbarhetssynpunkt med avseende på resurser, miljöpåverkan och påverkan på människan

Kursmål

1. förklara sambanden mellan organisk kemi och biokemi, samt redogöra för grundläggande biologiska förlopp utifrån ett organisk-kemiskt perspektiv
2. förklara sambanden mellan organisk kemi och miljökemi, samt redogöra för grundläggande miljöförlopp utifrån ett organisk-kemiskt perspektiv
3. analysera och utvärdera organisk-kemiska reaktioner och processer från ett hållbart utvecklingsperspektiv baserade på grön kemi-konceptets principer och metoder (projektarbete).
4. utföra fördjupad laborationsteknik: utökad syntesmetodik, grön kemi, flerstegssyntes, kromatografi (laboration)

Kursens huvudsakliga innehåll

Kursen är utformad att ge en introduktion till organisk kemi och dess användning. Den erbjuder studenterna både grundläggande förståelse och kunskaper om organisk kemi men också dess koppling och användning inom biokemi och miljökemi. Kunskap och förståelse för organisk kemiska processer inom grön- och hållbarkemi

tränas och utvecklas både genom teoretiska och praktiska moment.

Progression

Grundläggande begrepp samt öva färdigheter och känna igen sammanhang.

Examination

Tentamen, projekt samt laboration.

Åk 3 – KD1070 Molekylär struktur

<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/KD1070>

Programmål som inkluderas i kursen

8. Utföra experiment, hantera kemikalier och kemikalieavfall på ett miljösäkert sätt
9. Jämför befintliga biotekniska tekniker ur hållbarhetssynpunkt med avseende på resurser, miljöpåverkan och påverkan på människan

Kursmål

1. ge en molekylär beskrivning av fenomen relaterade till hållbar utveckling, såsom växthuseffekten och nedbrytningen av ozonlagret, samt kritiskt kunna granska information om kemiska ämnens miljöeffekter i relation till sådana fenomen.

Kursens huvudsakliga innehåll

Kursen är utformad att ge grundläggande kunskap och förståelse för för organisk kemi och dess användning. Den erbjuder studenterna både grundläggande förståelse och kunskaper om organisk kemi men också dess koppling och användning inom biokemi och miljökemi. Kunskap och förståelse för organisk kemiska processer inom grön- och hållbarkemi tränas och utvecklas både genom teoretiska och praktiska moment.

Progression

Grundläggande begrepp samt öva färdigheter och känna igen sammanhang.

Examination

Tentamen, projekt samt laboration.

Åk 3 – BB103X, Kandidatexamensarbete

<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/BB103X>

Programmål som inkluderas i kursen

7. Designa lösningar på biotekniska frågeställningar och analysera de ur hållbarhets synpunkt.
8. Värdera olika teknikers påverkan på miljö, människan och samhället ur en regional, nationell och global perspektiv.
9. Designa lösningar på biotekniska frågeställningar genom att systematisk och kontinuerligt evaluera processers hållbarhet med avseende på miljön, människan och samhället ur en regional, nationell och global perspektiv.

Kursmål

1. Visa förmåga att formulera, bedöma och hantera problem och kritiskt diskutera företeelser, frågeställningar och situationer
2. Visa förmåga att utvärdera produkter, processer, system, metoder eller tekniska lösningar

3. Visa förmåga att göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, ingenjörsmässiga och samhällseliga aspekter.

Innehåll

Kursens har som mål att ge studenterna möjlighet att skapa hållbara biotekniska lösningar. Studenten arbetar aktivt med projekt relevanta hållbarhetsaspekter.

Progression

1. Öva färdigheter och känna igen sammanhang.

Examination

Studenterna arbetar med ett biotekniskt projekt enligt en projektplan. Projektplanen skapas av studenterna och skall inkludera analys och beskrivning av projekt relevanta samhällseliga, ekonomiska, etiska och miljömässiga aspekter. I beskrivningen skall framgå aspekter som motiverar projektgenomförandet, belyser projektnyttan och konsekvenserna samt gör en och riskutvärdering (Appendix 5).

Åk 5 - Examensarbete inom Bioteknik

<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/BB200X>

Programmål som inkluderas i kursen

7. Designa lösningar på biotekniska frågeställningar och analysera de ur hållbarhets synpunkt.
8. Värdera olika teknikers påverkan på miljö, människan och samhället ur en regional, nationell och global perspektiv.
9. Designa lösningar på biotekniska frågeställningar genom att systematisk och kontinuerligt evaluera processers hållbarhet med avseende på miljön, människan och samhället ur en regional, nationell och global perspektiv.

Kursmål

4. Visa förmåga att formulera, bedöma och hantera problem och kritiskt diskutera företeelser, frågeställningar och situationer
5. Visa förmåga att utvärdera produkter, processer, system, metoder eller tekniska lösningar
6. Visa förmåga att göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, ingenjörsmässiga och samhällseliga aspekter.

Innehåll

Kursens har som mål att ge studenterna möjlighet att skapa hållbara biotekniska lösningar. Studenten arbetar aktivt med projekt relevanta hållbarhetsaspekter.

Progression

2. Öva färdigheter och känna igen sammanhang.
3. Använda färdigheter i komplexa sammanhang.

Examination

Studenterna arbetar på samma sätt som under kandidatexamensarbete med en projektplan. Projektplanen inkluderar analys och beskrivning av projekt relevanta samhällseliga, ekonomiska, etiska och miljömässiga aspekter (Appendix 6).

20170227

Cristina Al-Khalili Szogyarto
Skolan för bioteknik